

DESAIN MOTOR UNTUK SEPEDA LISTRIK



TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Melengkapi Tugas Akhir dan Memenuhi Syarat-syarat Untuk
Mencapai Gelar Sarjana Teknik Fakultas Teknik Jurusan Teknik Elektro
Universitas Muhammadiyah Surakarta

Diajukan oleh:

OBIL PARULIAN SIREGAR

D 400 080 062

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2012**

LEMBAR PERSETUJUAN

Tugas Akhir ini dengan judul “ **DESAIN MOTOR UNTUK SEPEDA LISTRIK** ” diajukan guna memenuhi kelengkapan sebagai syarat tugas akhir untuk menyelesaikan Program Sarjana (S1) pada Fakultas Teknik Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Surakarta. Tugas akhir ini telah disetujui pada :

Hari :

Tanggal :

Dosen Pembimbing I

(Hasyim Asy'ari, ST, MT)

Dosen Pembimbing II

(Aris Budiman, ST, MT)

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir ini dengan judul “ **DESAIN MOTOR UNTUK SEPEDA LISTRIK** ”. Tugas Akhir ini telah diajukan dan dipertahankan di depan dewan penguji Tugas Akhir Fakultas Teknik Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Surakarta, pada :

Hari :

Tanggal :

Dewan Penguji Tugas Akhir :

1. Hasyim Asy'ari, MT
2. Aris Budiman, ST, MT
3. Ir. Jatmiko, MT
4. Tindyo Prasetyo, ST

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik

Ketua Jurusan Teknik Elektro

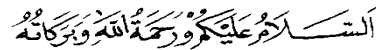
Universitas Muhammadiyah Surakarta

Universitas Muhammadiyah Surakarta

Ir. Agus Riyanto, MT

Ir. Jatmiko, MT

KATA PENGANTAR



Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan hidayah dan inayahNYA, sehingga sampai detik ini masih diberi kesempatan untuk menjalankan perintahNYA dan menjauhi laranganNYA. Sholawat serta salam bagi Nabi Muhammad SAW beserta, keluarga, sahabat dan pengikutnya yang selalu ditunggu dan dinanti syafa'atnya dihari akhir nanti, amin.. yaa robbal allamin.

Alhamdulillah hanya padaMU ya Allah, dengan hidayahMU penulis dapat menyelesaikan dan menyusun laporan tugas akhir ini. Tugas akhir ini disusun dan diajukan sebagai syarat untuk kelulusan dan mendapatkan gelar Sarjana Teknik di Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Surakarta. Adapun judul yang penulis ajukan adalah : “ **Desain Motor Untuk Sepeda Listrik** ”

Penyusunan tugas akhir ini penulis mendapatkan dukungan dan saran dari berbagai pihak, guna mendapatkan hasil yang lebih baik. Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar- besarnya kepada :

1. Bapak Ir. Agus Riyanto, MT selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
2. Bapak Ir. Jatmiko, MT selaku Ketua Program Studi Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
3. Bapak Hasyim Asy'ari, ST, MT selaku Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, dukungan, dan pengarahan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

4. Bapak Aris Budiman, ST, MT selaku selaku Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, dukungan, dan pengarahan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini..
5. Bapak Ir. Jatmiko, MT. dan Bapak Tindyo Prasetyo, ST selaku penguji Tugas Akhir.
6. Bapak Umar Hasan, ST, MT selaku Pembimbing Akademik yang telah banyak membimbing selama menempuh studi di Teknik Elektro UMS.
7. Segenap dosen dan karyawan Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
8. Ibu Kun Harisma, Ph.D, selaku Wakil Ketua LPPM Universitas Muhammadiyah Surakarta dan selaku Ketua Pelaksana Program Pendampingan yang telah memberikan kesempatan dan kepercayaan serta bimbingan selama kegiatan program pendampingan SMK berlangsung.
9. Ayahanda dan Ibunda tercinta “terima kasih atas do’a, kasih sayang, dukungan, dan materi yang senantiasa tercurah untuk Ananda” yang selalu memberikan “segalanya “ untuk kehidupan dan keberhasilan Ananda.
10. Abangku dan adikku tersayang Visvanaden Siregar, SE dan Tiara Boru Regar ”terima kasih atas dukungan, nasehat dan kebersamaanya”
11. Keluarga Besar di Tanjung Enim (**Sumatera Selatan**) dan Sipirok (**Sumatera Utara**) terima kasih semuanya..
12. Lagu-lagu **Salju Band** dan **Biru Band** yang telah menemani hidupku, dikala senang maupun duka, memberikan diriku semangat, inspirasi dan keindahan,,...

13. Teman-teman Teknik Elektro 2008 : **Sistem Tenaga Listrik** (Arief Rahman Hakim, Aji Purnomo, Andi Pradana, Acuk Febri Nuryanto, Airlangga Guruh Pratama, Anang Prasetya, Aziz Ardiyatmoko, Ginanjar Sukoraharjo, Hendras Afriatmaja, Mohibur Rohman, Wahyu Setiawan) serta teman-teman Elektronika dan Teknik Komputer juga semua teman-teman seperjuangan 2007 “Mas Anan, Mas Mahir, Mas Frendy, Mas Hasan, Mas Setiawan, Mas Jamal, Mas Yudhi, Mas Ali” juga teman seperjuangan 2009, Muhammad, Agus Munadi, Supriyadi, dll. Serta teman-temanku yang tidak dapat disebut satu persatu (semoga suatu hari nanti kita dapat bertemu lagi).
14. Bapak Pramono selaku *patnership* dalam Tugas Akhir ku, Pembuatan alat generator magnet permanen yang terintegrasi dengan motor listrik untuk sepeda listrik, terima kasih Bapak atas bantuan dan ilmunya...
15. Keluarga Besar SMK Negeri 1 Trucuk Klaten, guru-guru, siswa-siswi yang aku sayangi. Terima kasih atas kepercayaan, dukungan selama mengajar, dan mendo'akan Lulus Sarjana...
16. Keluarga Besar Bapak Djumadi yang telah memberikan banyak bantuan.
17. Pelangi yang selalu mewarnai hariku “**Almamaterku**”
18. Seluruh rekan-rekan **Asisten Laboratorium** Teknik Elektro UMS atas kerjasama dan dukungan selama ini.
19. Keluarga Mahasiswa Teknik Elektro (**KMTE**) UMS.
20. Keluarga Besar BEM U UMS 2009, 2010, 2011 dan Seluruh Ormawa-Ormawa UKM 2009, 2010, 2011 tingkat Universitas atas kerjasama dan dukungan selama ini.

21. Keluarga Besar **PS UMS** (Persatuan Sepak Bola UMS) terima kasih semuanya buat rekan-rekan **PS UMS** “ Haris Dhaniyanto, Faiza Mei Rezi, Isna Muhammad Fathoni, Rizky Irawan, Bachtiar Rivai, Fandi Pratama, Sodiq Bagus Ghozali, Mochamad Fathoni, Hendra Budiawan, Kurniya Adi, Rahman Setyoko, Emika Bayu F, Arfian Arif K, Anggi Nur Prasetya, Sigit Subiyantoro, Edi Riyono, Ari Yulianto, Teguh Haryanto, Midkor Azkie, Faizal, Dedik Suryanto, Arief Wijanarko, Mas Catur Winata, Mas Sigit Fitrianto, Mas Himawan Bayuaji, Mas Faqih Purnomo Sidi, Mas Muhammad Isnaini, Mas Irwan Azhar, Mas Wahyu Tri Setiawan dan Mas Andi Harlinanto “ yang telah memberikan kepercayaan, dukungan dan kebersamaan.
22. Bapak Bambang Nugroho selaku Pelatih **PS UMS** yang telah memberikan kepercayaan, nasehat, bimbingan, dukungan, dan pengarahan kepada penulis untuk melangkah ke perubahan yang lebih baik dan lebih maju dalam bermain sepak bola.
23. Bapak Drs. Sudarto, MM, dan Bapak Munawar Widodo selaku **Pembina PS UMS** yang telah memberikan nasehat, bimbingan, dukungan, dan pengarahan selama menjadi **Ketua Umum PS UMS**.
24. Teman-temanku yang ada di **Kost Pondok Dimas** “Arief Rahman Hakim, Agus Sriwiyanto, Septian Anggono, Ilham Didik Shan Wardana, Mas Rizal Jokoboyo, Mas Asep Surono, Mas Reza Hadiastro, Mas Wahyu Hendro Utomo dan Gilang” terima kasih atas dukungan, kebersamaan dan do’anya. Jangan jadikan ini akhir dari kebersamaan kita. Semoga Allah SWT selalu mempertemukan dan melindungi kita. Amien...

25. Dan tak lupa Sahabat-sahabat aku tersayang “Dede Saputra, Anggi Misandi, Welly Apriadi, Ayu Pertama Sari, Eka Septiana, Desi Hariani, Yeni Carolin, Nila Sari Purnama, di **Tanjung Enim** dan Noor Awalia, Mivta Indriani, Ika Oktavina, Ivan, Ibnu beserta Sahabat **PORSEMA** 2010, 2011 di **Kampus UMS**” terima kasih semuanya atas dukungan, kebersamaan dan Do’anya..
26. Sahabat-sahabatku di **Palembang** Muharja, Sumarlin, Rio Martadinata terima kasih atas dukungan dan Do’anya.
27. Seluruh pihak yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Dengan segala kerendahan hati penulis berharap semoga karya ini memberikan manfaat kepada semua pihak dan bagi penulis sendiri pada khususnya, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bermanfaat dan bersifat membangun dalam penyempurnaan Tugas Akhir ini. Akhir kata.

وَالشُّكْرُ لِلَّهِ وَرَحْمَةُ اللَّهِ وَبَرَكَاتُهُ

Surakarta, ... April 2012

Penulis

MOTTO

- ❖ ...Hanyalah orang sabar yang akan menerima pahalanya tanpa batas!

(Q.S. 39 Az-Zumar : 10)

- ❖ Bahwa tiada yang orang dapatkan, kecuali yang ia usahakan

(Q.S. An Najm : 39)

- ❖ Kita harus dapat menciptakan Peluang karena dia ada didepan mata

Berusahalah dengan iringan do'a

(Penulis)

- ❖ Terus belajar, rendah hati dan selalu bersyukur

(Penulis)

P. E. R. S. E. M. B. A. H. A. N

Allah Azza wa Jalla yang senantiasa melimpahkan nikmat-nikmatnya kepadaku, bersama Sang Uswatun Khasanah, Rasulallah SAW.

- ❖ Pemilik Cinta Yang Sejati
 - “ Ayahanda ” dan “ Ibunda ” yang selalu memberikan “ segalanya ” untuk kehidupan dan keberhasilan anak-anaknya
- ❖ Serpihan Mutiara Sedarah
 - Visvanaden Siregar, SE
 - Tiara Boru Regar
- ❖ Keluarga Besar
 - Di Tanjung Enim (Sumatra Selatan) dan Sipirok (Sumatra Utara)
- ❖ Kotaku Tercinta
 - Tanjung Enim (Sumatra Selatan)
- ❖ Pelangi Yang Selalu Mewarnai Hariku
 - Almamaterku (Universitas Muhammadiyah Surakarta)
 - Beserta Segenap Dosen dan Karyawan Jurusan Teknik Elektro UMS
 - Lembaga Pendidikan ISTIBANK Surakarta
 - SMK Negeri 1 Trucuk Klaten
- ❖ Sahabat-Sahabat Seperjuanganku, Arief Rahman Hakim, Acuk Febri Nuryanto, Andi Pradana, Aziz Ardiyatmoko, Anang Prasetya, Aji Purnomo, Airlangga Guruh Pratama, Ginanjar Sukoraharjo, Hendras Afriatmaja, Muhibur Rohman, Muhammad Yusuf Anshori, Wahyu Setiawan
- ❖ Sahabat-Sahabatku Di Kota Tanjung Enim dan Kota Solo
- ❖ Pembina, Pelatih dan Seluruh Rekan-Rekan Persatuan Sepak Bola UMS (PS UMS)
- ❖ Sahabat-Sahabat BEM U (2009, 2010, 2011), dan Ormawa UKM U (2009, 2010, 2011) Universitas Muhammadiyah Surakarta
- ❖ Keluarga Mahasiswa Teknik Elektro (KMTE) dan Rekan-Rekan Asisten Lab. Teknik Elektro UMS
- ❖ Seluruh Teman-Temanku

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR	iv
MOTTO	ix
PERSEMBAHAN	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR KONTRIBUSI	xvii
ABSTRAKSI	xix
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah.....	2
1.3. Batasan Masalah.....	2
1.4. Tujuan Penelitian.....	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
1.6. Sistematika Penulisan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Telaah Penelitian	5
2.2. Landasan Teori	6

2.2.1. Magnet Permanen	6
2.2.1.1. Prinsip Medan Magnet Permanen	7
2.2.1.2. Hubungan Magnet Dengan Besi	9
2.2.1.3. Kemagnetan Listrik	11
2.2.2. Motor DC	14
2.2.2.1. Prinsip Kerja Motor DC	16
2.2.2.2. Jenis-Jenis Motor DC	17
2.2.3. Motor Stepper.....	19
2.2.3.1. Jenis-Jenis Motor Stepper	22
2.2.3.2. Pengendali Motor Stepper	26
2.2.4. Generator.....	28

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat	30
3.2. Bahan dan Peralatan Pendukung	30
3.2.1. Bahan dan Peralatan Utama	30
3.2.1.1. Bahan	31
3.2.1.1. Peralatan Utama	32
3.2.2. Peralatan Pendukung	32
3.3. Alur Penelitian.....	33
3.3.1. Studi Literatur	33
3.3.2. Pengumpulan Data Motor	33
3.3.3. Perancangan Alat	33
3.3.4. Pembuatan Alat	33

3.3.5. Finishing Alat	33
3.3.6. Pengujian Alat	34
3.3.7. Analisa Data	34
3.3.8. Pengambilan Kesimpulan	34
3.4. Flowchart Penelitian	35
 BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN	
4.1. Hasil Penelitian	36
4.1.1. Percobaan Pertama	36
4.1.2. Percobaan Pertama	37
4.1.3. Percobaan Ketiga	37
4.2. Analisa Data	38
4.2.1. Analisa Percobaan Pertama Pada Saat Motor Tanpa Beban	39
4.2.2. Analisa Percobaan Kedua Pada Saat Motor Dibebani Roda Sepeda	41
4.2.3. Analisa Percobaan Pertama Pada Saat Motor Dibebani Pully 2,8 kg	43
 BAB V PENUTUP	
5.1. Kesimpulan.....	45
5.2. Saran	45
DAFTAR PUSTAKA	47
LAMPIRAN	48

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Kutub-kutub pada magnet permanen	8
Gambar 2.2. Kutub magnet yang sama akan tolak menolak	8
Gambar 2.3. Kutub magnet yang tidak sama akan tarik menarik	9
Gambar 2.4. Kerapatan garis gaya dalam besi atau induksi kemagnetan	9
Gambar 2.5. Prinsip kemagnetan listrik	11
Gambar 2.6. Kuat arus mempengaruhi kekuatan medan dari lilitan	12
Gambar 2.7. Menambah jumlah gulungan akan memperbesar kekuatan medan .	12
Gambar 2.8. Memasukan inti besi (<i>kern</i>) kumparan	13
Gambar 2.9. Jarak penghantar pada suatu titik terhadap besar kuat medan	13
Gambar 2.10. Prinsip kerja motor arus searah	16
Gambar 2.11. Penampang melintang dari motor stepper tipe <i>variable reluctance</i>	23
Gambar 2.12. Ilustrasi sederhana dari motor stepper tipe <i>permanent magnet</i>	24
Gambar 2.13. Penampang melintang dari motor stepper tipe <i>hybrid</i>	24
Gambar 2.14. Motor stepper dengan lilitan unipolar	25
Gambar 2.15. Motor stepper dengan lilitan bipolar	26
Gambar 2.16. Skema rangkaian pengendali motor stepper	27
Gambar 2.17. Bentuk pulsa keluaran dan penerapan pulsa pengendali	27
Gambar 3.1. Flowchart Alur Penelitian	35
Gambar 4.1. Grafik hubungan antara kecepatan putar (rpm) dengan tegangan pada saat motor tanpa beban	39

Gambar 4.2. Grafik hubungan antara kecepatan putar (rpm) dengan arus pada saat motor tanpa beban	40
Gambar 4.3. Grafik hubungan antara kecepatan putar (rpm) dengan tegangan pada saat motor dibebani roda sepeda	41
Gambar 4.4. Grafik hubungan antara kecepatan putar (rpm) dengan arus pada saat motor dibebani roda sepeda	42
Gambar 4.5. Grafik hubungan antara kecepatan putar (rpm) dengan tegangan pada saat motor dibebani pully 2,8 kg	43
Gambar 4.6. Grafik hubungan antara kecepatan putar (rpm) dengan arus pada saat motor dibebani pully 2,8 kg	44

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Jadwal Penelitian dan Pembutan Laporan	30
Tabel 4.1 Pengukuran RPM, tegangan dan arus pada saat motor tanpa beban	36
Tabel 4.2 Pengukuran RPM, tegangan dan arus pada saat motor dibebani roda sepeda	37
Tabel 4.3 Pengukuran RPM, tegangan dan arus pada saat motor dibebani pully 2,8 Kg	38

DAFTAR KONTRIBUSI

Tugas Akhir ini berawal dari ketertarikan penulis terhadap energi alternatif terbarukan, khususnya energi tersebut mempunyai peran yang sangat penting dalam memenuhi kebutuhan energi. Penulis melakukan studi literatur baik melalui jurnal ilmiah maupun melihat video energi alternatif yang ada di jaringan internet.

Setelah mendapatkan inspirasi dan topik yang akan dituang ke dalam Tugas Akhir, penulis berkonsultasi dengan Bapak Hasyim Asy'ari S.T, M.T,. Beliau menawarkan untuk membuat sepeda *electric* yang terintegrasi dengan generator magnet permanen. Generator sebagai pembangkit listrik yang disuplai untuk mengisi akumulator dan motor akan menggerakkan putaran dari sumber akumulator tersebut. Penelitian ini terbagi menjadi dua, penulis membahas fungsi alatnya sebagai motor dan fungsi sebagai generator dibahas dengan teman saya bernama Arief Rahman Hakim.

Setelah berkonsultasi dengan Bapak Hasyim Asy'ari, S.T, M.T mengenai judul Tugas Akhir dan beliau bersedia untuk membimbing penulis dalam menyusun laporan Tugas Akhir ini. Beliau juga menyarankan untuk dosen pembimbing II Tugas Akhir ini adalah Bapak Aris Budiman, ST, M.T. Setelah seminar Proposal Tugas Akhir ada beberapa saran dan masukan dari dosen penguji demi perbaiki Tugas Akhir ini.

Penelitian ini dilakukan disebuah bengkel teknik, penulis mencari alat dan bahan yang sesuai dengan rancangan. Setelah alat dan bahan terkumpul kemudian melakukan perakitan desain motor, melilit kumparan magnet permanen,

dan merangkai pengendali motor stepper. Dalam perancangan dan perakitan penulis melakukan beberapa kali eksperimen / percobaan untuk mendapatkan hasil yang maksimal dan alat bisa dilakukan pengujian.

Setelah alat berhasil diuji di Laboratorium Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Surakarta, kemudian mencatat hasil data keluaran dari alat tersebut untuk analisa dalam Tugas akhir ini.

Demikian daftar kontribusi penulis buat dengan sejujur-jujurnya.

Surakarta, ... April 2012

Mengetahui

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

(Hasyim Asy'ari, ST, MT)

(Aris Budiman, ST, MT)

Mahasiswa

(Obil Parulian Siregar)

ABSTRAKSI

Penelitian ini bertujuan membuat motor untuk sepeda listrik menggunakan magnet permanen dan mengetahui karakteristik hasil output RPM dari motor tersebut.

Desain Motor Untuk Sepeda Listrik ini, pada bagian rotornya menggunakan magnet permanen sebanyak 3 buah dengan ukuran 6 cm x 2,5 cm x 1,2 cm dan inti besi sebanyak 3 buah dengan ukuran yang sama dengan magnet permanen. Pada bagian statornya menggunakan baut baja sebanyak 12 buah dengan jumlah 400 lilitan dan diameter kawat email 0,45 mm. Motor yang digunakan dalam penelitian ini adalah motor stepper dengan 4 langkah dan telah terintegrasi dengan generator magnet permanen. Cara kerja motor stepper yaitu memanfaatkan gaya tarik magnet, arus yang mengalir pada setiap lilitan hanya sesaat sehingga bentuk arusnya berupa pulsa. Rotor berputar karena pulsa yang bergantian. Kecepatan putar rotor ditentukan oleh kecepatan perpindahan pulsa dan sudut putaran sebanding dengan banyaknya pulsa yang diberikan. Pengujian motor pada saat tanpa beban dan dibebani roda sepeda serta pully 2,8 kg. Untuk mengatur kecepatan putaran motor menggunakan potensiometer pada rangkaian pengendali motor steppernya.

Hasil dari pengukuran tegangan pada sumber (akumulator) adalah 12 volt. Namun tegangan pada terminal adalah 5 volt, tegangan ini adalah tegangan dari rangkaian pengendali motor steppernya. Arus yang ditarik motor pada saat pengujian hampir sama, dari catu daya yang disuplai pada saat akumulator dalam kondisi penuh (full). Pada saat starting kecepatan minimum adalah 2,4 A dan pada saat running kecepatan maksimum adalah 1,9 A. Pada motor ini arus mengalami penurunan pada saat RPM berubah-ubah dengan skala tertentu, semakin tinggi RPM semakin kecil arus yang ditarik oleh motor.

Kata kunci : Magnet Permanen, Motor Stepper, RPM